



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 44 20 448 C 1

51 Int. Cl.⁶:
H 04 B 17/00
G 01 R 29/08

21 Aktenzeichen: P 44 20 448 5-35
22 Anmeldetag: 10. 6. 94
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 14. 9. 95

DE 44 20 448 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:

Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 82049 Pullach

72 Erfinder:

Perthold, Rainer, Dipl.-Ing., 91052 Erlangen, DE;
Gerhäuser, Heinz, Dr.-Ing., 91344 Waischenfeld, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

GB	21 91 660 A
US	4 89 03 320
US	51 75 880
EP	05 83 027 A1
EP	02 36 946 A2

54 Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen
mittels Zero-IF

57 Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF. Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt das Bereitstellen eines HF-Nutzsignals mit einem ersten Frequenzbereich, das Bereitstellen eines frequenzmodulierten Lokaloszillator-Signals, dessen Frequenzbereich im wesentlichen dem ersten Frequenzbereich entspricht und das über seinen Frequenzbereich eine im wesentlichen konstante spektrale Leistungsdichte aufweist; das Mischen des HF-Nutzsignals und des frequenzmodulierten Lokaloszillator-Signals; das Auswählen eines Frequenzbereichs im Basisband; das Erfassen eines für die Leistung charakteristischen Wertes im ausgewählten Frequenzbereich; und das Auswerten des erfaßten, für die Leistung charakteristischen Wertes, um die Feldstärke in dem ausgewählten Frequenzbereich zu bestimmen.

DE 44 20 448 C 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF.

Der hauptsächlichliche Anwendungsbereich des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt auf dem Gebiet der Industriefernsteuerungen. Bei Systemen zur Funkfernsteuerung im industriellen Bereich kann es aufgrund der dichten Belegung der verwendeten Frequenzbänder erforderlich sein, vor Inbetriebnahme des Senders zu überprüfen, ob der eingestellte Kanal bereits durch andere Benutzer beansprucht wird. Der Sender muß in diesem Fall auf eine andere Frequenz wechseln und dort erneut die Belegung prüfen. Dieser Suchvorgang vor der Verbindungsaufnahme ist in einigen Ländern zwingend vorgeschrieben, grundsätzlich aber in jedem Fall sinnvoll, um Kollisionen zu vermeiden.

Durch die begrenzte Großsignalfestigkeit und Nachbarkanalselektion des Empfängers ist es möglich, daß Funkstrecken, die in den benachbarten Kanälen arbeiten, die Übertragung stören. Daher sollte die Messung der Feldstärke sich stets auch auf die Nachbarkanäle erstrecken, wobei sie entsprechend ihres Abstandes zur benutzten Frequenz gewichtet werden sollte.

Bekannte Systeme zur Überprüfung der Belegung einer Frequenz verwenden herkömmliche Superheterodynempfänger mit einer oder mehreren Zwischenfrequenzen, die unabhängig von dem verwendeten Sender arbeiten.

Der Empfänger wird auf die zu untersuchende Frequenz eingestellt und das vom Empfänger ausgegebene RSSI-Signal (RSSI = Received Signal Strength Indication = Anzeige der Stärke des empfangenen Signals) wird innerhalb von 3 Millisekunden dreimal gemessen. Sobald ein Meßwert den vorgeschriebenen Grenzwert übersteigt, wechseln Sender und der ihm zugeordnete Empfänger auf einen anderen Kanal und die Feldstärke wird erneut ermittelt.

Um dieses bekannte System zu vereinfachen, besteht eine Möglichkeit darin, das unmodulierte Signal des Senders als Lokaloszillator-Signal zu verwenden. Damit entfällt die Notwendigkeit einer separaten Frequenzsynthese im Empfänger. In diesem Fall ist es allerdings erforderlich, den Abstimmbereich des Senders um den Betrag der Zwischenfrequenz zu vergrößern.

Diese bekannten Systeme weisen jedoch verschiedene Nachteile auf.

Zur Messung der Feldstärke ist ein annähernd vollständiger Empfänger notwendig, was bedeutet, daß im Falle einer im simplexbetrieb arbeitenden Übertragungsstrecke, der Aufwand für den Empfänger zur Messung der Signalstärke den Aufwand für den Sender im allgemeinen übersteigt.

Weiterhin ist es speziell bei Sendern mit großem Abstimmbereich schwierig, diesen entsprechend zu erweitern.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß nach einer Messung der Feldstärke der Sender zunächst wieder auf die Sendefrequenz umgestellt werden muß, wodurch die dabei einzuhaltende Einschwingzeit die zur Messung der Feldstärke notwendige Zeit effektiv erhöht.

Weiterhin muß für einen Empfänger, der über einen großen Frequenzbereich betrieben werden soll, ein aufwendiger mitlaufender Preselektor vorgesehen werden.

Ein bekanntes Verfahren zur Messung der Feldstärke

in einem Funkkanal ist die Feldstärkemessung mittels Zero-IF.

Die Feldstärkemessung mittels Zero-IF erfolgt derart, daß ein Hochfrequenzsignal, dessen Leistung bestimmt werden muß, über einen Mischer direkt in das Basisband umgesetzt wird. Als Lokaloszillator dient hierbei ein bereits vorhandener Sender. Die Kanalauswahl erfolgt durch eine Tiefpaßfilterung im NF-Bereich (NF = Niederfrequenz). Dieses Prinzip wird als Zero-IF bezeichnet. Das NF-Signal wird logarithmisch verstärkt und der Spitzenwert dieses verstärkten NF-Signals dient als Meßgröße. Dieser kann über einen entsprechenden Gleichrichter bestimmt werden und ist dem Spitzenwert des HF-Signals innerhalb des ausgewählten Kanals proportional. Ein optionales Tiefpaßfilter ermöglicht eine Mittelung des Meßwertes. Der gemessene Spitzenwert wird dann entweder über einen A/D-Wandler (A/D-Wandler = Analog/Digital-Wandler) digitalisiert oder durch einen Komparator mit einem eingestellten Grenzwert verglichen.

Das oben beschriebene Prinzip der Zero-IF weist einige grundlegende Nachteile auf, sobald kein aufwendiger IQ-Demodulator zur Frequenzumsetzung eingesetzt wird. In diesem Fall läßt sich die Amplitude des HF-Signals, dessen Frequenz nahe an der des Lokaloszillators liegt, innerhalb der vorgegebenen Meßzeit nicht mehr eindeutig bestimmen.

Weiterhin sind sehr niedrige Frequenzen im Basisband nicht auswertbar, da der Mischer aufgrund von Unsymmetrien einen Gleichanteil am Ausgang erzeugt, der das Nutzsignal erheblich übersteigt und dadurch die NF-Verstärker in die Begrenzung treibt. Daher ist es erforderlich, die Selektion im Basisband durch Bandpässe durchzuführen.

Beide Effekte führen unter Umständen zu erheblichen Meßfehlern, sobald als Lokaloszillator ein monofrequentes Signal verwendet wird.

Die EP 0583027 A1 offenbart eine Schaltungsanordnung zum Bestimmen der Feldstärke eines FM-Senders mit einem Demodulator, einem Komparator, einer Integratorstufe und einem Mikroprozessor. Diese bekannte Anordnung bezieht sich auf eine möglichst schnelle Auswertung einer erfaßten elektrischen Feldstärke eines FM-Senders, um zu bestimmen, ob auf eine neue Frequenz des gleichen FM-Senders umgeschaltet werden soll. Es handelt sich hierbei nicht um die Bestimmung, ob die neue Frequenz belegt ist, da diese dem gleichen FM-Sender zugeordnet ist und somit auf jeden Fall belegt ist, sondern lediglich um eine Bestimmung, ob die bereitgestellte elektrische Feldstärke ausreichend ist, um einen Wechsel der Frequenz des FM-Senders zu rechtfertigen.

Die EP 0236946 A2 offenbart eine bewegliche Empfangereinheit mit einer Funktion zum Bereitstellen von Informationen bezüglich der Intensität eines elektrischen Feldes mit einer Empfangseinheit, einem Pegeldetektor, einem Pegelspeicher und einem Pegelvergleich zum Erzeugen eines Gradienten der Feldstärke, um eine Richtung anzuzeigen, in der die Intensität des elektrischen Feldes zunimmt. Diese bekannte Einrichtung dient dazu, einem Benutzer eines Mobiltelefons anzuzeigen, in welche Richtung er sich bewegen muß, um in dem Fall, daß er den Servicebereich des Mobiltelefonnetzes verlassen hat, wieder in einen Bereich zu gelangen, in dem er das Mobiltelefon benutzen kann. Diese bekannte Einheit erfaßt lediglich die Intensität des elektrischen Feldes über einen großen Frequenzbereich und bestimmt, ob sich der Anwender innerhalb

oder außerhalb des Servicebereichs des Mobiltelefonnetzes befindet, d. h. ob ein Betrieb des Mobiltelefons möglich ist.

Aus der GB 2191660 A ist bereits ein Verfahren zum Messen der Nachbarkanalleistung bei einer Sendeübertragung bekannt, bei dem ein Hochfrequenznutzsignal mit einem frequenz- oder phasenmodulierten Lokoszillatorsignal gemischt wird, ein Frequenzbereich im Basisband ausgewählt wird, die Leistung im ausgewählten Frequenzbereich gemessen und der erfaßte Wert verarbeitet wird.

Aus der US 5175880 sowie aus der US 4890332 sind ein Verfahren zum Analysieren des Spektrums eines Radiosignales sowie eine Vorrichtung zum Beurteilen der Qualität einer mobilen Datenkommunikation bekannt, bei denen ein Hochfrequenzsignal in das Basisband mittels eines modulierten Lokoszillatorsignales umgesetzt wird und anschließend mittels Filterung eine Bandselektion durchgeführt wird.

Ausgehend von dem oben beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Feldstärke innerhalb eines Funkkanals mit Meßzeiten im Millisekundenbereich mittels des Zero-IF-Verfahrens zu messen und auszuwerten, wobei die Leistung in benachbarten Kanälen abgeschwächt in die Messung eingeht, wobei es unerheblich ist, welche Modulationsart der Benutzer des Kanals verwendet und was die genaue Trägerfrequenz ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF nach Anspruch 1 und Anspruch 4 gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Bestimmung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF, das folgende Schritte aufweist:

- Bereitstellen eines HF-Nutzsignals mit einem ersten Frequenzbereich;
- Bereitstellen eines frequenzmodulierten Lokoszillatorsignals, dessen Frequenzbereich im wesentlichen dem ersten Frequenzbereich entspricht und das über seinen Frequenzbereich eine im wesentlichen konstante spektrale Leistungsdichte aufweist;
- Mischen des HF-Nutzsignals und des frequenzmodulierten Lokoszillatorsignals;
- Auswählen eines Frequenzbereichs im Basisband;
- Erfassen eines für die Leistung charakteristischen Wertes in dem ausgewählten Frequenzbereich; und
- Auswerten des erfaßten, für die Leistung charakteristischen Wertes, um die Feldstärke in dem ausgewählten Frequenzbereich zu bestimmen.

Die vorliegende Erfindung schafft eine Vorrichtung zum Messen der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF, die folgende Merkmale aufweist:

- eine Einrichtung zum Mischen eines HF-Nutzsignals und eines frequenzmodulierten Lokoszillatorsignals, wobei der Frequenzbereich des Lokoszillatorsignals im wesentlichen dem Frequenzbereich des HF-Nutzsignals entspricht und das Lo-

kaloszillator-Signal über seinen Frequenzbereich eine im wesentlichen konstante spektrale Leistungsdichte aufweist;

- eine Filtereinrichtung zum Auswählen eines Frequenzbereichs im Basisband;
- eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines für die Leistung charakteristischen Wertes in dem ausgewählten Frequenzbereich; und
- eine Einrichtung zum Auswerten des erfaßten, für die Leistung charakteristischen Wertes, um die Feldstärke in dem ausgewählten Frequenzbereich zu bestimmen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die beschriebenen Probleme bei der Feldstärkemessung mittels Zero-IF durch Verwendung eines frequenzmodulierten Lokoszillators gelöst werden, dessen spektrale Leistungsdichte über den Frequenzbereich, der im wesentlichen dem Frequenzbereich des HF-Signals entspricht, konstant ist. Dadurch wird erreicht, daß unabhängig von der Lage des zu messenden HF-Signals innerhalb der Meßbandbreite eine der Leistung des HF-Signals proportionale Leistung in das Basisband umgesetzt wird. Der erfaßte, für die Leistung charakteristische Wert kann dabei der Effektiv- oder der Spitzenwert sein.

Weiterhin erreicht man, daß benachbarte Kanäle durch reziprokes Mischen abgeschwächt in die Leistungsmessung eingehen.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, einen vorhandenen Sender als Lokoszillator eines Empfängers zur Bestimmung der Feldstärke in einem Funkkanal einzusetzen. Der Sender muß hierfür nicht modifiziert werden, er muß lediglich frequenzmodulierbar sein.

Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß der Platzbedarf des erfindungsgemäßen Systems niedriger ist als der eines herkömmlichen Superheterodynempfängers, da keine voluminösen Filter erforderlich sind. Weiterhin ist der Kostenaufwand geringer.

Weiterhin ist kein Umstellen der Sendefrequenz zur Durchführung der Messung notwendig, wodurch sich diese in kürzerer Zeit durchführen läßt.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF.

Anhand von Fig. 1 wird nun ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung näher beschrieben.

Die Schaltung in Fig. 1 umfaßt eine Antenne 100, um das HF-Nutzsignal 102 zu empfangen. Bei diesem Ausführungsbeispiel hat das HF-Nutzsignal 102 einen Frequenzbereich, der sich von 407 MHz bis 481 MHz erstreckt.

Durch eine geeignete Schaltung, die bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel durch eine Serienschaltung eines ersten HF-Bandpasses 104, eines Vorverstärkers 106, eines zweiten HF-Bandpasses 108 und eines Pufferverstärkers 110 gebildet ist, wird aus dem HF-Nutzsignal 102 ein interessierender Frequenzbereich herausgefiltert und einem Mischer 112 zugeführt.

In dem Mischer 112 wird das HF-Nutzsignal mit einem frequenzmodulierten Lokoszillatorsignal 114 gemischt.

Das frequenzmodulierte Lokoszillatorsignal wird

durch einen Sender 116 und eine Einrichtung 118 zum Modulieren des durch den Sender 116 erzeugten Lokaloszillator-Signals erzeugt. Die Einrichtung 118 ist mit dem Sender 116 verbunden.

Der Sender 116 umfaßt eine Serienschaltung eines Tiefpasses 120, eines Oszillators 122 und eines Verstärkers 124, die zwischen einem ersten Anschluß 126 und einem zweiten Anschluß 128 geschaltet sind. Die Einrichtung 118 ist mit dem ersten Anschluß 126 des Senders 116 verbunden.

Das Ausgangssignal 130 des Mischers 112 wird einer Schaltung zugeführt, um einen Frequenzbereich im Basisband auszuwählen. Diese Schaltung umfaßt eine Serienschaltung eines ersten NF-Bandpasses 132, eines NF-Verstärkers 134, eines zweiten NF-Bandpasses 136, eines logarithmischen Verstärkers 138, eines Spitzenwertdetektors 140 und eines Videofilters 142. Diese Schaltung ist mit dem Mischer 112 und dem Ausgang 130 geschaltet.

Anschließend schließt sich die Auswerteeinrichtung an, die die Auswertung des Spitzenwertes durchführt, wobei diese z. B. einen Analog/Digital-Wandler oder einen Komparator einschließt.

Die Einrichtung 118 zum Modulieren des Lokaloszillators umfaßt eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Pseudozufallssequenz.

In einem Ausführungsbeispiel stellt die Einrichtung 118 ein Chirp-Signal bereit, um das durch den Sender 116 erzeugte Lokaloszillator-Signal zu modulieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen mittels Zero-IF, mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines HF-Nutzsignals (102) mit einem ersten Frequenzbereich;
- Bereitstellen eines frequenzmodulierten Lokaloszillator-Signals (114);
- Mischen des HF-Nutzsignals (102) und des frequenzmodulierten Lokaloszillator-Signals (114);
- Auswählen eines Frequenzbereichs im Basisband; und
- Erfassen eines für die Leistung charakteristischen Wertes in dem ausgewählten Frequenzbereich; dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzbereich des frequenzmodulierten Lokaloszillator-Signals (114) im wesentlichen dem ersten Frequenzbereich entspricht und das frequenzmodulierte Lokaloszillator-Signal (114) über seinen Frequenzbereich eine im wesentlichen konstante spektrale Leistungsdichte aufweist; und
- daß der erfaßte, für die Leistung charakteristische Wert ausgewertet wird, um die Feldstärke in dem ausgewählten Frequenzbereich zu bestimmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Leistung charakteristische Wert der Spitzenwert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Leistung charakteristische Wert der Effektivwert ist.

4. Vorrichtung zum Bestimmen der Feldstärke in einem Funkkanal und dessen Nachbarkanälen, mit-

tels Zero-IF, mit folgenden Merkmalen:

- einer Einrichtung (112) zum Mischen eines HF-Nutzsignals (102) und eines frequenzmodulierten Lokaloszillator-Signals (114);
- einer Filtereinrichtung (132—136) zum Auswählen eines Frequenzbereichs im Basisband;
- einer Erfassungseinrichtung (138—142) für die Leistung; und
- einer Einrichtung zum Bestimmen der Feldstärke; dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzbereich des Lokaloszillator-Signals (114) im wesentlichen dem Frequenzbereich des HF-Nutzsignals (102) entspricht und das Lokaloszillator-Signal (114) über seinen Frequenzbereich eine im wesentlichen konstante spektrale Leistungsdichte aufweist;
- daß die Erfassungseinrichtung (138—142) für die Leistung einen für die Leistung charakteristischen Wertes in dem ausgewählten Frequenzbereich erfaßt; und
- daß die Einrichtung zum Bestimmen der Feldstärke den erfaßten, für die Leistung charakteristischen Wert auswertet, um die Feldstärke in dem ausgewählten Frequenzbereich zu bestimmen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, ferner gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- eine Antenne (100) zum Empfangen des HF-Nutzsignals (102);
- einen ersten HF-Bandpaß (104);
- einen Vorverstärker (106);
- einen zweiten HF-Bandpaß (108);
- einen Pufferverstärker (110);

wobei der erste HF-Bandpaß (104), der Vorverstärker (106), der zweite HF-Bandpaß (108) und der Pufferverstärker (110) seriell zwischen der Antenne (100) und dem Mischer (112) verschaltet sind;

- einen ersten NF-Bandpaß (132);
- einen NF-Vorverstärker (134);
- einen zweiten NF-Bandpaß (136);
- einen logarithmischen Verstärker (138);
- einen Spitzenwertdetektor (140);
- ein Videofilter (142);

wobei der erste NF-Bandpaß (132), der NF-Vorverstärker (134), der zweite NF-Bandpaß (136), der logarithmische Verstärker (138), der Spitzenwertdetektor (140) und das Videofilter (142) seriell zwischen dem Mischer (112) und einem Ausgang (144) verschaltet sind;

- einen Sender (116) zum Erzeugen des Lokaloszillator-Signals; und
- eine Einrichtung (118) zum Modulieren des erzeugten Lokaloszillator-Signals, die mit dem Sender (116) verbunden ist;

wobei der Sender (116) mit dem Mischer (112) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (116) folgende Merkmale aufweist:

- einen Tiefpaß (120);
- einen Oszillator (122); und
- einen Verstärker (124);

wobei der Tiefpaß (120), der Oszillator (122) und der Verstärker (124) zwischen einem ersten Anschluß (126) und einem zweiten Anschluß (128) des Senders (116) seriell verschaltet sind, wobei der Mischer (112) mit dem zweiten Anschluß (128) ver-

bunden ist; und

daß die Einrichtung (118) zum Modulieren des Lokaloszillator-Signals mit dem ersten Anschluß (126) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (118) zum Modulieren des Lokaloszillator-Signals eine Vorrichtung zum Erzeugen einer binären Pseudozufallssequenz ist. 5

8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (118) zum Modulieren des Lokaloszillator-Signals ein Chirp-Signal bereitstellt. 10

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung mit dem Ausgang (144) verbunden ist. 15

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung einen Analog/Digital-Wandler einschließt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung einen Komparator einschließt. 20

12. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Leistung charakteristische Wert der Spitzenwert ist. 25

13. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Leistung charakteristische Wert der Effektivwert ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

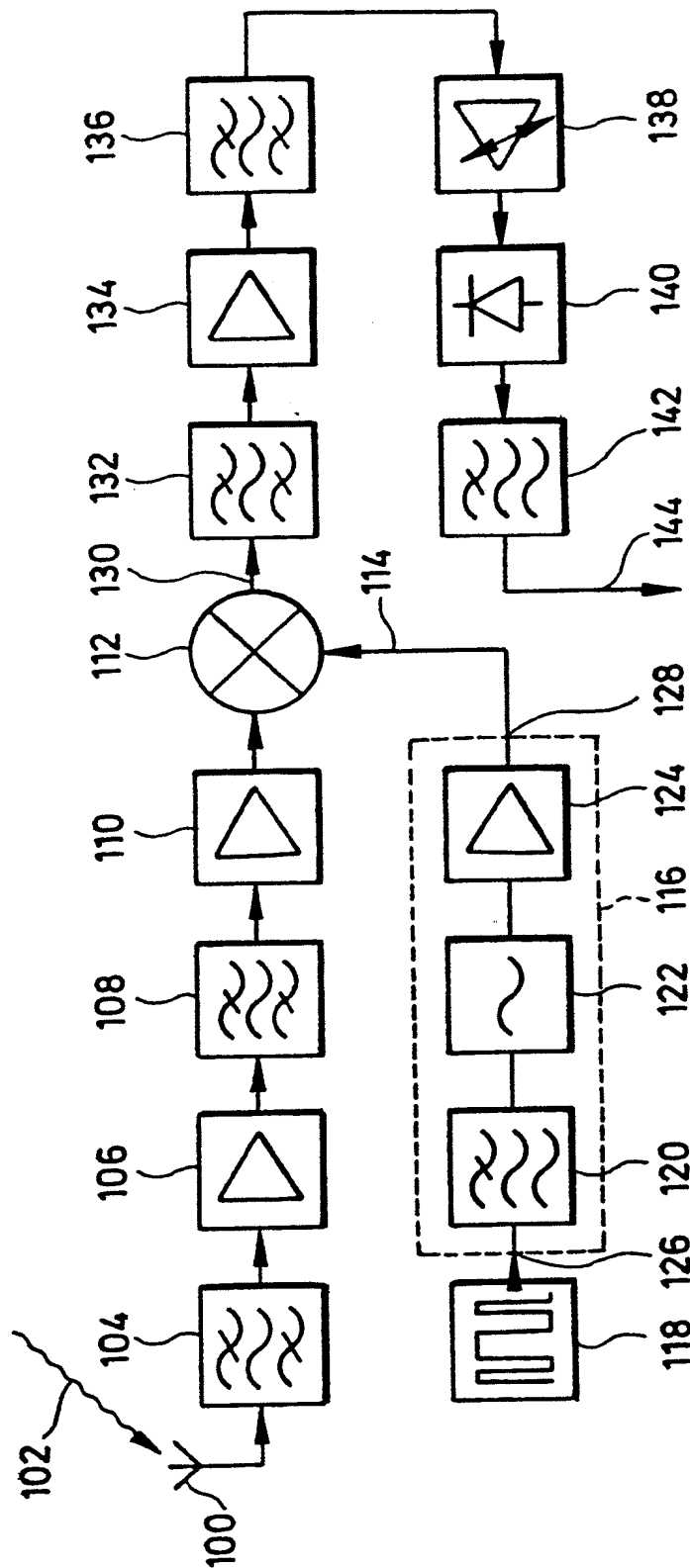


FIG.1